

Szegedi Tudományegyetem
Természeti Földrajzi és Geoinformatikai Tanszék

TALAJERÓZIÓS MODELLÉPÍTÉS A EUROSEM MODELL NYOMÁN

Doktori (PhD) értekezés tézisei

Barta Károly

Szeged
2004

1. Előzmények, célkitűzések

A Föld felszínén globális problémát jelent a vízerózió. Míg a természetes körülmények között lejátszódó ún. geológiai erózió mértéke évente csupán 0,1-3 t/ha, addig a művelt területek eróziója ennek akár 6-100-szorosa is lehet, jóval meghaladva ezzel a talajképződés éves ütemét. A talajveszteség helyszíni mérése nehézkes, idő- és munkaigényes folyamat, ezért egy-egy terület tényleges eróziójának kvantifikálására, illetve a mezőgazdasági tervezéshez szükséges talajeróziós veszteségek megbecslésére talajeróziós modelleket alkalmazunk. Mivel az eróziót meghatározó tényezők időben és térben rendkívül változatosak, valamint számos paraméter mérését csak nehézkesen és pontatlanul lehet végrehajtani, ezért még a legegyszerűbb, matematikai egyenleteken alapuló modellek sem nélkülözhetik olyan táblázatok, nomogramok használatát, amelyek a nehezen mérhető paraméterek mérését hivatottak kiváltani. Ezek a több száz vagy több ezer mérés alapján megalkotott segédeszközök azonban korlátozott felhasználhatóságúak, csak a méréseknek helyet adó földrajzi környezetben (éghajlati viszonyok, talajtípusok, művelési mód, vegetáció, stb.) alkalmazhatók. Más területeken való alkalmazásuk alapvető feltétele ezen táblázatok és nomogramok adaptálása a helyi adottságokra, azaz a modell kalibrálása.

Hazánkban is országszerte folynak eróziós kutatások, melyek során a legkülönbözőbb talajú és művelési módú területek erózióját határozzák meg közvetlen terepi méréssel vagy különböző talajeróziós modellek segítségével, illetve a mérési adatok alapján számos talajeróziós modell kalibrálását végzik vagy végezték már el (USLE, EPIC, WEPP, stb.). Munkám elsődleges célja az Európai Unió országaira kidolgozott EUROSEM modell hazai adaptálása volt. Választásom az alábbiak miatt esett éppen erre a modellre:

- egyeseményes modell, így alkalmas egy-egy intenzív nyári zápor, illetve többórás csendes eső eróziós hatásának a jellemzésére is,
- dinamikus modell, ezért egy-egy csapadékesemény eróziós hatását nemcsak az összegzett lefolyással, illetve erózióval jellemzi, hanem bepillantást enged a folyamatok dinamizmusába is,
- nagy méretarányban, parcella, illetve kisvízgyűjtő szintjén dolgozik, azaz viszonylag jól definiált és előteremthető mennyiségű bemeneti paramétert igényel.

A modell kalibrálásához szükséges méréseket a Velencei-hegységben terveztem megvalósítani. Ehhez 1998 és 2002 között 5 éven keresztül végeztem különböző parcellákon és kisvízgyűjtőkön a helyi adottságokhoz és lehetőségekhez igazodó módszerekkel eróziós

méréseket, melyek eredményeképpen egy olyan mért adatállományt hoztam létre, amely számos modell adaptálásán túlmenően, illetve azt követően a későbbiekben alkalmas lesz a hegység eróziós viszonyainak és anyagforgalmának a jellemzésére is, ezáltal a terület- és tájhasználati menedzsment számára is alapadatokat szolgáltathat.

A mért adatok segítségével teszteltem a EUROSEM modellt, de a kalibrálás nem volt elvégezhető, mivel a modell tesztelése és kalibrálása közben olyan algoritmikus, koncepcionális és egyéb problémák merültek fel, amelyek megkérdőjelezzik a modell jelenlegi formában történő használhatóságát. Sajnos a EUROSEM-mel foglalkozó szakirodalomban ezen problémák többségére még utalást sem találunk. Még a modell matematikai hátterének ismeretében is ezen hibák okainak csak egy része deríthető fel, ezért a kalibrálás helyett új célként tűztem ki magam elé egy olyan új, dinamikus elméleti modell megalkotását, amely növényzeti, beszivárgási, lefolyási és eróziós részmodellekből áll.

Az új modell felépítése természetesen több olyan kérdést is felvetett, amelyek közül a legfontosabbakat önálló kutatási célkitűzésként is össze lehet foglalni:

1. A talajok víznyelő és vízáteresztő képességének mérésére szolgáló módszerek összehasonlítása (duplakeretes beáztatás, állandó víznyomás módszere, Vér-féle csöves módszer, stb.)
2. A különböző módszerekkel mért értékek „kompatibilitásának” vizsgálata, azaz átszámítási képletek megalkotása a Darcy-törvény, a Horton-képlet és a Green-Ampt összefüggés segítségével
3. A létrehozott új eróziós modell tesztelése mérési adatokkal
4. A modell kalibrálása magyarországi mintaterületen.

A felsorolt négy feladatkörből jelen dolgozatban az elsőre adtam választ, a többi pedig a közeljövő feladataként fogalmazható meg.

2. Alkalmazott kutatási módszerek

2.1. Kalibrációhoz szükséges adatbázis megteremtése

A EUROSEM kalibrálásához szükséges eróziós adatok megteremtése céljából öt éven keresztül (1998-2002) működtettem különböző eróziós mérőállomásokat a Velencei-hegységben. A mérőállomások kisvízgyűjtőinek, illetve parcelláinak a kiválasztásánál

törekedtem arra, hogy mind a területre jellemző talajtípusok (csernozjomok, barna erdőtalajok, földes kopárok), mind a területre jellemző művelési módok (szántóföldi művelés – búza, kukorica; gyümölcsstermesztés – barack, szőlő; legelőterületek és erdő) képviselve legyenek. A mérőállomások a terepi tapasztalatoknak és az évről évre bővülő technikai lehetőségeknek köszönhetően egyre kisebb hibákkal terhelt és pontosabb mérést tettek lehetővé:

1. A mérések kezdeti időszaka: 1998-ban közel hét héten keresztül négy kisvízgyűjtőn (1,3-14,5 ha) mértük a lefolyó vízmennyiséget és a távozó talajmennyiséget. A Pázmánd határában lévő két kisvízgyűjtő ugyanazon kukoricatábla két eróziós árkához kapcsolódóan alakult ki, és aljuknál egy 4 illetve 6 m³-es, fóliával bélelt árokban fogtuk fel a vízgyűjtőjükről lezúduló szuszpenziót. A másik két mérőállomás Pákozdi közelében működött, gránitmurván kialakult erdő illetve legelő hasznosítású kisvízgyűjtők kivezetésénél. Itt a lefolyást barlangi csepegő vizek mérésére kidolgozott, általunk továbbfejlesztett „billencsek” és adattárolók segítségével mértük, a hordalékot pedig 30 l-es hordókban ülepítettük.
2. Automatizált eróziós mérőállomások: Az előzőekben leírt mérések tapasztalatainak a segítségével 1999 elejére összeállt három olyan komplett mérőállomás, amelyek számos technikai újítást tartalmaztak az 1998-ban működtetett „billencses” állomásokhoz képest. 1999 és 2002 között Pátka mellett működött két eróziós mérőállomásunk, mindkettő mészlepedékes csernozjomon, őszi búza, illetve barackos területhasznosítású 2 x 20 m-es parcellán. 2001-ben az állomások száma háromra bővült egy 1,8 x 60 m-es szőlőparcella bevonásával. E Ramann-féle barnaföldön kialakított parcellán 2002 őszeig folytak mérések.
Mindhárom mérőállomáson – néhány rövidebb időszaktól eltekintve – a lefolyási adatokat 20 perces sűrűséggel rögzítették a databoxok, a hordalék begyűjtése és tömegének meghatározása pedig 30-40 naponként történt.
3. Esőszimulátoros mérések: A mesterséges esőztetéssel a célom olyan mérés megteremtése volt, amely perces sűrűségű víz- és hordalékhozam-adatokat produkál. Az esőztetést 30-130 mm/óra névleges intenzitásértékekkel végeztük el a két pátikai mérőállomás közvetlen közelében, teljesen hasonló művelési és talajviszonyok között. A mérések a Veszprémi Egyetem Georgikon Mezőgazdaságtudományi Kar Vízgazdálkodási és Meliorációs Tanszék munkatársainak a vezetésével, Pannon-R02 típusú esőszimulátorral történt 2000. június 16. és 19. között.

2.2. A modellkalibrálás lépései

A EUROSEM modell részletes tesztelését illetve kalibrálását eddig kidolgozásának helyszínén Angliában, Oklahomában és Hollandiában végezték el. A tesztelés és kalibrálás megvalósítására számos módszer ismert és alkalmazott, ezek közül én az alábbi lépéseken keresztül terveztem megvalósítani a modell adaptálását:

Érzékenységi teszt: Célja a modell által használt input paraméterek közül azok kiválasztása, amelyek megváltoztatására érzékenyen reagálnak a modell outputjai. A későbbi tényleges kalibrálás során már csak ezeket az ún. érzékeny paramétereket kell részletes vizsgálat alá vonni. Az érzékenységi teszt elvégzését egyszerű paraméterérzékenységi vizsgálatokkal oldottam meg az alábbiak szerint:

1. Input paramétereknek az 1999. június 9-i terepi felvételezésünk során az őszi búzával borított parcellán mért növényzeti, (mikro)topográfiai és talajparamétereket tekintettem. Ezeket neveztem *alapinputoknak*. Néhányat közülük mérés hiányában becsléssel vagy standard-ből határoztam meg.
2. Csapadékeseménynek az 1999. június 15-én mért heves nyári zivatart választottam.
3. Az alapinputokkal az előbb megjelölt zivatarra futtattam a modellt, a kapott eredményeket tekintettem *alapoutputoknak*.
4. Minden egyes alapinput értékét – a többi paraméter változatlanul hagyása mellett – 10 %-kal megnőveltem, majd újból és újból lefuttattam a modellt.
5. Az előzőhöz hasonlóan minden alapinput 10%-os csökkentése után ismét lefuttattam a modellt minden megváltoztatott alapinputtal is.
6. Elvégeztem a kapott outputok és az alapoutputok összehasonlítását, mely alapján érzékeny paramétereknek neveztem azokat a paramétereket, amelyek *10%-nál nagyobb változást eredményeztek a vizsgált kimeneti adatok legalább egyikében*. A kimeneti adatok közül a parcelláról távozó összes vízmennyiséget, a parcelláról távozó összes hordalékmennyiséget, a lefolyás kezdetét, a vízhozam maximumát és a hordalékhozam maximumát vontam be a vizsgálatba.

Modelltesztelés: Ennek során a természetes esők vagy a mesterséges esőztetések alkalmával mért eróziót, illetve lefolyást vettem össze a modell által szimulált értékekkel. Az eredmény arról tájékoztat minket, hogy a kalibrálás nélküli modell mennyire képes az adott

körülmények között visszaadni a valóságot. Nyilván minél közelebb vannak a mért és a szimulált értékek egymáshoz, annál nagyobb esélyünk van a kalibrálás korrekt elvégzésére.

Kalibrálás: Nagyszámú konkrét mérés illetve szimulálás alapján meghatározzuk a fizikai talajféleség, a növényzet, a művelési mód stb. függvényében az érzékeny, de nehezen mérhető paraméterek jellemző értékeit, azaz standard-eket készítünk rájuk, illetve módosítjuk a már meglévő standard-eket.

Érvényességi (validitási) vizsgálat: Ez tulajdonképpen a kalibrált modell újbóli tesztelése annak eldöntése céljából, hogy sikeres volt-e a kalibráció. Jó kalibrációt követően a validitási teszt várható kimenete a szimulált és a modellezett értékek nagyfokú egyezése.

2.3. Új modell felépítése

Eredeti céljaim között nem szerepelt egy önálló, új talajeróziós modell létrehozása, ezért ennek módszertani kérdései sem merültek fel bennem. Tulajdonképpen a modellalgorithmus koncepciójának megalkotása szellemi síkon történik, így nem rendelhető hozzá semelyik klasszikus vizsgálati módszer sem. A már meglévő algoritmushoz pedig már csak a megfelelő technikai és matematikai módszereket kell felkutatni, amelyekkel a létrehozott algoritmus modellezhetővé válik. Mivel egyrészt ezek tényleges szakmai szempontokat nem tartalmaznak, csak technikai részletekre korlátozódnak, másrészt pedig elválaszthatatlanul összefonódnak a koncepcionális kérdésekkel, ezért az új modell megalkotásának, mint új eredménynek a taglalásánál említem meg néhány szóban.

3. A kutatási eredmények összefoglalása

A vázolt hatéves kutatásaim során elért, jelen dolgozatban közölt eredményeket az alábbi pontokban foglalom össze:

1. Sikerült új módszert kidolgoznom a kisméretű parcellákról lefolyó víz időbeli alakulásának a mérésére. A módszer alapját egy olyan automata mérőállomás jelenti,

amelyet eredetileg barlangi csepegő és szivárgó vizek hozamának mérésére illetve gyűjtésére fejlesztettek ki. E konstrukcióból az alábbi változtatások és fejlesztések segítségével készítettem el a mérőállomásaimat:

a., az adatok elmentését és tárolását végző négycsatornás databoxok új konfigurációjával egy-egy mérőállomáson két csatornán vízhozammérést, két csatornán pedig talajnedvességmérést tudok végezni;

b., az egyik vízhozammérő kimenetre 1,08 dl-es kanalakkal rendelkező billencseket szerkesztettem, amelyekkel lehetővé vált a parcellákról lefolyó vízhozam akár perces sűrűségű mérése;

c., a másik vízhozammérő kimenetre csapadékmérőt szerkesztettem, mellyel szintén tetszőleges időközönként lehetséges a lehullott csapadékot mérni, sőt a gyűjtőtölcsér méretének megfelelő választásával az általa érzékelhető legkisebb csapadékmennyiség is állítható;

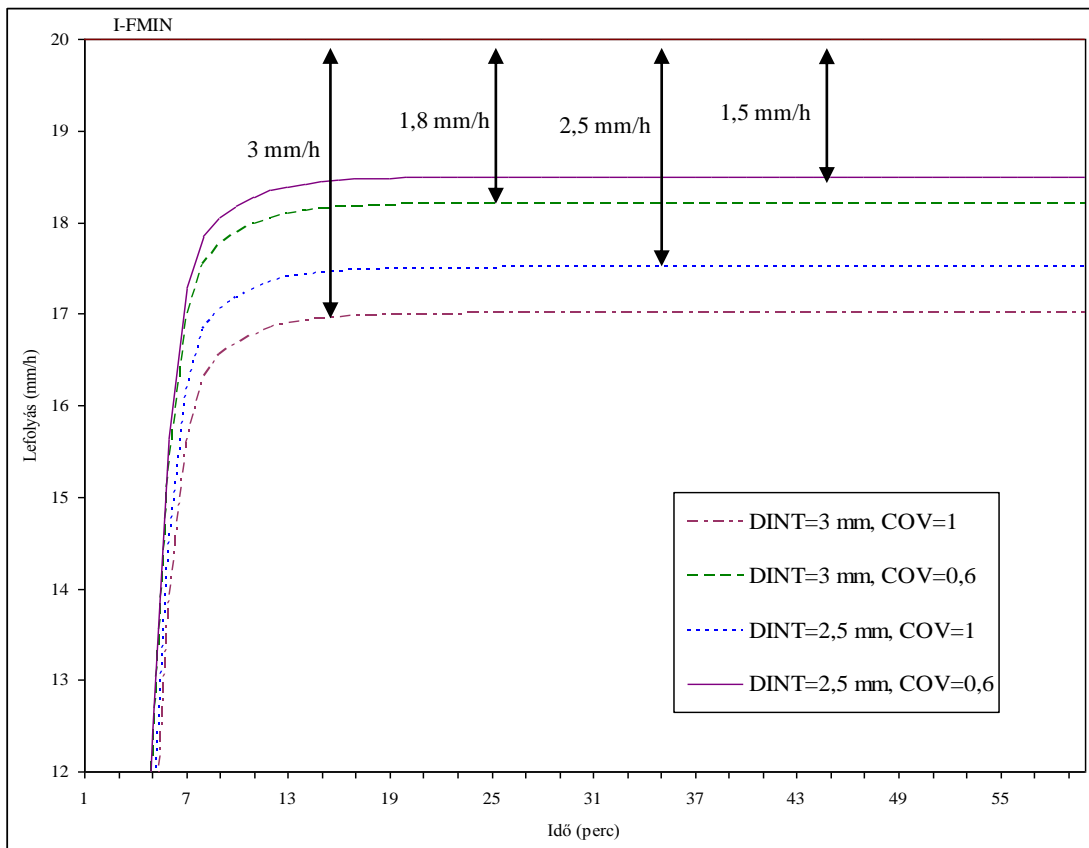
d., a lefolyó víz tárolására és ülepítésére két, a talajba süllyesztett és eltemetett fémdobozba helyezett 30 l-es műanyagbordót alkalmaztam.

2. Jól dokumentált mérési körülmények között számos lefolyási és lehordódási adatot mértem a Velencei-hegységben. Ezeknek mind a terület jellemzésében, mind az optimális művelési mód kiválasztásában, mind pedig az eróziós modellek területi adaptálásában nagy szerepe lehet. A további feldolgozásra alkalmas mérések döntő többségét az előzőekben ismertetett mérőállomásokkal és az esőszimulátoros kísérletekkel állítottuk elő. Az eredmények csernozjomon található gyümölcsöst, szántóföldet és Ramann-féle barnaföldön lévő szőlőket jellemeznek (BARTA K. et al. 2000).

3. Rámutattam a EUROSEM modell alkalmazhatóságának korlátaira, ezt tényekkel alátámasztottam, és megadtam azok megoldási javaslatát is (BARTA K. 2001, 2002):

3.1. Az alkalmazhatóság legkomolyabb korlátja az, hogy a modell a növényzet maximális csapadékraktározását *nem statikus raktározási kapacitásként, hanem óránkénti intenzitásként* értelmezi. Ennek az algoritmikus hibának az ismeretében könnyű tényekkel bizonyítani azt, hogy *a valós és a szimulált hidrográfok már mérési eredményektől független elméleti megfontolások alapján sem illeszthetők egymásra*. Ez azt jelenti, hogy a modell jelenlegi verziójának szakmailag

megalapozott kalibrálása nem végezhető el a modell módosítása nélkül. Az 1. ábrán egy olyan elméleti kísérlet hidrográfjait tüntettem fel, ahol az egyéb paraméterek változatlanul hagyása mellett a növényzet maximális csapadékraktározását (DINT, mm) és a növényborítottságot (COV) szisztematikusan változtattam. A kapott eredmények rendkívül szembeűőően bizonyítják azt, hogy a lefolyás állandósulása után is az minden esetben $DINT \cdot COV$ értékével alacsonyabb szinten található, mint a csapadékintenzitás és az állandósult beszivárgási intenzitás különbsége.

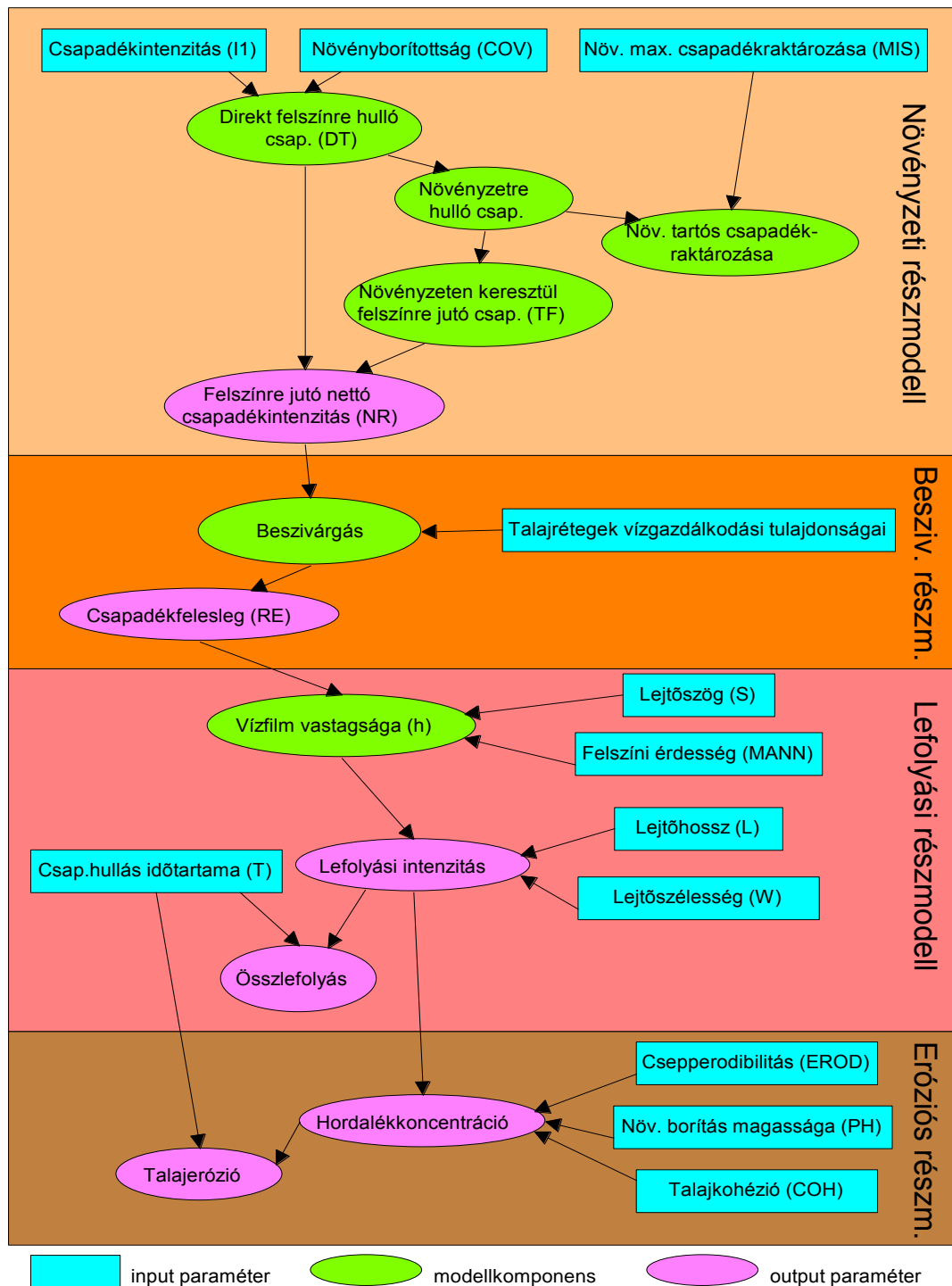


1. ábra: A növényborítottság és a csapadékraktározás szerepe a hidrográf alakulásában
DINT: növényzet maximális csapadékraktározása mm-ben; COV: felszín növényborítottsági aránya; I: csapadékintenzitás mm/h-ban; FMIN: talaj vízáteresztő képessége mm/h-ban

3.2. Csak az előző kísérlet ismeretében tudhatjuk meg, hogy a növényzet maximális csapadékraktározása 100 %-os növényborítás esetén érvényes. A felhasználók számára sehol nincs rá utalás, hogy a növényborítottságnak a csapadék megosztásán kívül – amellyel a csepperóziót befolyásolja - máshol is lenne szerepe a modellben.

- 3.3. A felszíni szárarány (PBASE) a modellben használt képlet szerint növeli a beszivárgást, ami ellentmond a mérési tapasztalatainknak. E problémás kérdéskör kiküszöbölésére optimális megoldásnak tűnik a direkt terepi átszivárgásmérés alkalmazása.
- 3.4. Szintén vitatható a felszíni vízzáró felületek arányának (PAVE) a megítélése. A modell jelenlegi verziója a PAVE növekedése esetén látványosan kisebb lefolyást eredményez, amelyet a vízzáró felszínnek környékén kialakuló nagyobb arányú makropórusok beszivárgásnövelő hatásával magyaráz.
- 3.5. A porozitás, mint bemeneti paraméter elhagyható a modellből, mert sehol nem kerül felhasználásra. Hasonlóan invariánsak a modell outputjai a kezdeti talajnedvesség és a maximális vízkapacitás értékeire, csak a különbségük ismerete lényeges. Ez a mérési módszerük egyszerűsíthetőségét jelenti, hiszen elegendő a bolygatatlan minták felvételi és vízzel való telítésük utáni tömegüket meghatározni.
4. Új lefolyási és eróziós modellt dolgoztam ki, mely újdonságát a növényzeti és a beszivárgási részmodelljei adják (BARTA K. 2003). A modell felépítését a 2. ábrán mutatom be, legfőbb jellegzetességeit pedig az alábbiakban foglalom össze:
- egyesemenyes dinamikus fizikai modell;
 - állandó intenzitású csapadékeseményekre alkalmazható;
 - eketalpréteggel rendelkező szántóföldi parcellák lefolyási és eróziós viszonyainak jellemzésére alkalmas;
 - csak kevés nehezen mérhető, kalibrációt igénylő bemeneti paramétert alkalmaz;
 - a többféle módon mérhető bemeneti paraméterekhez rögzített mérési módszerek tartoznak;
 - a felső szántott réteghez és az alatta elhelyezkedő eketalpréteghez különböző vízgazdálkodási tulajdonságokat rendelhetünk.
- A megadott állandó csapadékintenzitásból négy egymástól élesen elkülönülő, ugyanakkor szorosan egymásra épülő részmodell (2. ábra) számolja ki a felszíni lefolyás intenzitását, összmenyiségét, valamint a talajeróziót.
1. A növényzeti részmodell a lehulló eső útját írja le a felszínig, középpontjában a növényzet késleltető szerepe és tartós csapadékraktározása áll. A

csapadékintenzitáson túlmenően inputjai növényzeti paraméterek. Részben azonos a EUROSEM-mel, de alapegyenlete más. Az alapegyenlet megváltoztatásával kűszöböltem ki a korábban említett algoritmikus hibát, mely a EUROSEM outputjait terhelte.



2. ábra: A modell algoritmus

2. A beszivárgási részmodell teljesen új alapokra épül, újszerűségét a különböző talajrétegek különböző vízgazdálkodási tulajdonságainak figyelembevétele és az egyes paraméterekhez rendelt mérési módszerek rögzítése jelenti. Alapját azon időpontok meghatározása képezi, amelyek a lefolyás kezdetét, az eketalpréteg víznyelésének, majd -visszaduzzasztásának a kezdetét, végül a szántott réteg maximális vízkapacitásig történő telítődését jelzik. Ezen nevezetes időpontok közül az elsőt megelőzően nincs lefolyás, a negyedik után pedig az eketalpréteg víznyelése-vízáteresztése, közöttük pedig a szántott réteg víznyelése határozza meg a felszíni lefolyást. A négy időpontban a szántott réteg térfogatos víztartalmai – a vízgazdálkodási tulajdonságok ismeretében – könnyen megadhatóak. Ezeket tettem egyenlővé a hortoni beszivárgás alapját képező negatív kitevőjű exponenciális függvény határozott integráljaival, ahol általában az integrálási tartományok felső határa szerepelt ismeretlenként, s a felállított egyenletek megoldása után ezek adták a fent említett nevezetes időpontokat. A lefolyás a növényzeti részmodell kimeneteként kapott felszínre jutó nettó csapadékmennyiség és a hortoni beszivárgás különbségként adódik.
3. A lefolyási részmodell a felszínen keletkező vízfilm térbeli és időbeli változását (vastagság, sebesség) írja le. Néhány egyszerűsítéstől eltekintve a EUROSEM-ből lett átvéve.
4. Az eróziós részmodell szintén a EUROSEM-ben is használatos egyenletekre épül.

A modell első két részmodelljének programozását a Maple 8 nevű számítógép-algebrai rendszerben végeztem el, különös figyelmet fordítva arra, hogy a kimenetként adódó felszíni csapadékfelesleg változatlan formában beírható legyen a EUROSEM csapadékfájljába. Így lehetségessé vált, hogy az utolsó két részmodell – egyelőre – a EUROSEM keretein belül fusson. Természetesen ezzel együtt jár az is, hogy a EUROSEM-ben alkalmazott bemeneti paraméterek közül csak azok helyére írjuk be a valós értékeket, amelyeket a lefolyási és eróziós részmodellek használnak, a többi helyett pedig nullát (pl. vízáteresztő képesség) vagy tetszőleges értéket írunk.

5. Olyan összehasonlító elemzést adtam a hazánkban elterjedt víznyelő-vízáteresztő képesség meghatározására szolgáló módszereknek, amely számos új kutatási célt tűz ki maga elé. Az összehasonlítás során rámutattam arra, hogy a sokszor kritika nélkül

alkalmazott különböző módszerekkel mért vízáteresztő képességek az egyes módszereket terhelő hibákon túl sem adhatják ugyanazt az értéket, mivel elvi alapjaik különbözőek, sőt sajnos néha hibásan alkalmazottak. Ezért jövőbeni célként tűztem ki magam elé, hogy ugyanazon talajokon végzett különböző módszerekkel történő átszivárgásmérések segítségével megadjam azokat az átszámítási képleteket, amelyek a kapott eredményeket kompatibilissé tehetik.

4. Az értekezés témakörében megjelent publikációk

BARTA K. - FARSANG A., 2000: The effect of structural changes in agriculture on soil degradation processes (case study in Hungary). In: Abstracts Book. Man and Soil at the Third Millennium. 28 March - 1 April, 2000. Valencia. p. 63.

CSATÓ SZ. – **BARTA K.** – FARSANG A., 2000: Az elmúlt húsz év tájhasználati változásai és azok hatásai velencei-hegységi mintaterületen. In: A táj változásai a Kárpát-medencében a történelmi események hatására (szerk: Fülek Gy.). Budapest – Gödöllő. pp. 222-227.

BARTA K., 2001: A EUROSEM talajeróziós modell tesztelése hazai mintaterületen. In: A földrajz eredményei az új évezred küszöbén. Magyar Földrajzi Konferencia. Szeged, 2001. október 25-27. (CD)

BARTA K., 2002: Runoff Modelling in large scale. ECO-GEOWATER EuroWorkshop „GI and Natural Hazards”. Milano, November 2002. Abstracts of Presentation. pp.13.

BARTA K., 2003: Infiltration and runoff modelling on arable land. COST 623 Final Meeting and Conference. Books of Abstracts and Field Guide. 5-8 July 2003, Budapest Hungary. p. 35.

BARTA K., 2003: Modeling runoff and infiltration on arables. Acta Geographica Szegediensis 38. Szeged. (elfogadva)

BARTA K., 2003: A szántóföldi beszivárgás-lefolyás modellezése. Földrajzi Értesítő (elfogadva)

TILLMANN, A. – **BARTA K.**, 2003: Comparison of the effect of various land uses on soil erosion processes by different erosion models. Journal of Soil and Water Conservation. (elfogadva)

Társszerzői lemondó nyilatkozatok

Alulírott társszerző nyilatkozom, hogy a Jelölt téziseit ismerem, és a Jelölttel közösen publikált eredmények közül a EUROSEM-mel történő eróziómodellezésben és annak eredményeiben a Jelölt szerepe meghatározó fontosságú. Nyilatkozom továbbá, hogy a közösen publikált eredmények azon részét, amelyben a Jelölt szerepe meghatározó fontosságú, illetve a tézisekben foglalt semelyik tudományos eredményt tudományos fokozat megszerzéséhez nem használtam fel, s tudomásul veszem, hogy azokat ilyen célból a jövőben sem használhatom fel.

Dr. Farsang Andrea

.....

Csató Szilvia

.....

I declare that I have a thorough knowledge of the candidate's dissertation. I have not utilized and will not utilize any parts of his scientific results in obtaining scientific degree.

Alexander Tillmann

.....

Szeged, 2004. február 10.